

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

**Absolvování individuální odborné
praxe**

**Individual professional practice
in the company**

2018

Tomáš Zázvorka

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání bakalářské práce

Student: **Tomáš Zázvorka**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ČEZ Distribuční služby, s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry

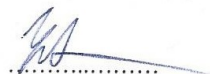


prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Ostravě dne: 26. dubna 2018



Poděkování

Tímto bych rád poděkoval firmě ČEZ distribuční služby, s. r. o. za umožnění zúčastnit se této odborné praxe.

Dále bych rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce doc. Dr. Ing. Zdeňku Medvecovi za vedení práce, panu Ing. Aleši Hlaváčovi a panu Ing. Pavlu Zagorskému za odbornou pomoc a konzultaci při vytváření této bakalářské práce.

V neposlední řadě všem pracovníkům, kteří se mi v průběhu celé odborné praxe věnovali.

Abstrakt:

Tato bakalářská práce se zabývá popisem 50denní praxe ve firmě ČEZ Distribuční služby s. r. o. a ČEZ Distribuce, a. s. studenta 3. ročníku VŠB-TUO v průběhu dvou semestrů. Praxe byla rozdělena na dvě části. V první části jsem byl součástí výjezdů poruchové služby a diagnostiky pod záštitou elektrických sítí Ostrava. V druhé části naopak pod oddělením elektrických stanic Lískovec.

Práce obsahuje informace z oblasti poruchové služby, řádu preventivní údržby, diagnostiky, termovize, ale i zkušebny ochranných pomůcek. Může také sloužit jako materiál pro další studenty, které by tato praxe zajímala.

Klíčová slova:

distribuční soustava, odborná individuální praxe, ČEZ, řád preventivní údržby, elektrické stanice, měření, diagnostika, zajišťování, prevence

Abstract:

This bachelor thesis deals with description of fifty day practice in the company ČEZ Distribuční služby s. r. o. and ČEZ Distribuce, a. s. in the point of view of student at the 3rd year of VŠB-TUO across two semesters. The practice part was divided into two parts. First, I was part of the disturbance service and diagnostics under the auspices electrical networks Ostrava. Then in the second part I was under the department of the power stations Lískovec.

Thesis contains information from the area of the fault service, the order of preventive maintenance, diagnostics, thermovision as well as of the testing aids. It can also serve as a material for other students interested in this practice.

Keywords:

Distribution network, Individual professional practice, ČEZ, system of preventive maintenance, electrical substation, measurement, diagnostics, provision, prevention

Seznam použitých symbolů a zkratek:

I	proud	[A]
U	napětí	[V]
Z	impedance	[Ω]

A	ampér
DTS	distribuční transformační stanice
ES	elektrizační soustava
GΩ	Gigaohm
GIS	Geografický informační systém
HDS	hlavní domovní skříň
Hz	hertz
MPP	místní pracovní předpisy
OOPP	osobní ochranné pracovní pomůcky
OZ	opětovné zapnutí
PPN	práce pod napětím
ŘPÚ	Řád preventivní údržby
SF6	Fluorid sírový
V	volt
VO	veřejné osvětlení
VYP	vypnutí
ZAP	zapnutí
ZPK	Záznam o provedené kontrole
Ω	ohm
a.s.	akciová společnost
cm	centimetr
kV	kilovolt
mA	miliampér
mm	milimetr
ms	milisekunda
mV	milivolt
nn	nízké napětí
s	sekunda
s.r.o.	společnost s ručením omezeným
vn	vysoké napětí
vvn	velmi vysoké napětí
μA	mikroampér
μΩ	mikroohm

Seznam ilustrací a seznam tabulek:

Obr. 1: Logo ČEZ [2].....	11
Obr. 2: Přijímač RD 8000	13
Obr. 3: Nová HDS	15
Obr. 4: Před ořezem	16
Obr. 5: Po ořezu	16
Obr. 6: Řez kabelem pro 110 kV.....	16
Obr. 7: Vypálený pojistkový spodek.....	18
Obr. 8: Systémové značení na rozvodně Vratimov	19
Obr. 9: Přístroj pro zaznamenávání kvality DS – MEG 30.4.....	20
Obr. 10: Závada na odpojovači zjištěna termokamerou.....	22
Obr. 11: Průběh zapínání vypínače	24
Obr. 12: Vakuový vypínač ABB (vlevo), Zhášecí komory (vpravo)	25
Obr. 13: Špatně provedená spojka.....	26
Obr. 14: Kalibrace kabelového vedení.....	26
Obr. 15: Ohořelá koncovka vlivem částečných výbojů	27
Obr. 16: Přístroj pro měření $\tan \delta$	28
Obr. 17: Přijímač rázových vln (vlevo), Přístroj pro lokalizaci poruchy (vpravo)	29
Obr. 18: Izolační zkouška rukavic (vlevo), Měřicí stůl (vpravo)	30
Obr. 19: Ochrana SIEMENS.....	31
Obr. 20: Vnitřní přípojnicový odpojovač.....	33
Obr. 21: Manipulační a ochranné pomůcky rozvodny – Kunčice.....	34
Obr. 22: Měření kapacitních proudů připojené sítě.....	35
Obr. 23: Fázorový diagram kovového zemního spojení [12].....	35

OBSAH

Úvod:	10
1 Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta:	11
2 Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe.....	12
Oddělení sítě Ostrava	12
Oddělení elektrických sítí Lískovec	12
3 Zvolený postup řešení zadaných úkolů:	13
3.1 Oddělení sítě Ostrava.....	13
Trasování podzemního kabelového vedení:	13
Venkovní vedení nn, skříně – údržbová diagnostika.....	14
Provádění ořezů.....	15
Odjištění pracoviště 110 kV	16
Kontrola vedení nn	17
Kontrola vedení vn	17
Porucha v HDS.....	17
Montáž izolačních rozpěrek	18
Systémové značení rozvodna Vratimov	18
Instalace MEg40+/supra.....	19
Kontrola kvality DS.....	20
3.2 Oddělení elektrické stanice Lískovec.....	21
Termovize.....	21
Diagnostika výkonového vypínače.....	22
Diagnostika kabelového vedení.....	25
Zkušebna OOPP	29
Funkční zkouška ochrany SIEMENS SIPROTEC 7SJ85	30
ŘPÚ vnitřního odpojovače	32
Měření zkratovacích souprav	33
Kontrola množství vybavení (dle MPP)	34
Měření kapacitních proudů.....	34
4 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe:	36
5 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe:.....	36
6 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení:	37

Literatura:	38
Seznam příloh:.....	39

Úvod:

S rychlým rozvojem techniky v různých průmyslových odvětvích je čím dál větší poptávka po elektrické energii, bez které si v dnešní době už nedokážeme představit život. Abychom zajistili kvalitní dodávku elektrické energie, musíme dbát na stav a provoz elektrizační soustavy. Elektrizační soustavu (dále jen ES) můžeme chápat jako soubor zařízení, který je navzájem propojený a slouží nejen pro výrobu, distribuci a transformaci elektrické energie, ale obsahuje i ochranné, měřicí, řídicí a další systémy nutné pro provoz. ES můžeme rozdělit na dvě části. První jako přenosovou soustavu (dále jen PS) a druhou jako distribuční soustavu (dále jen DS).

PS označujeme jako síť nadřazenou, nebo jinými slovy páteřní. Je to soubor vedení a zařízení, které jsou vzájemně propojené v ČR na napěťové úrovni 400 kV a 200 kV. U DS od 110 kV po nn, které provozujeme v největší míře okružně. Abychom zajistili provoz sítě požadovaných parametrů a kvality, je nutné předcházet nebo se přímo podílet na řešení problémů vzniklých provozem sítě či jiných zásahů a zajistit tak zákazníkovi bezstarostný provoz. K tomu nám slouží diagnostické měření, termovize, ale i pravidelná údržba samotných prvků sítě.

Tuto bakalářskou práci jsem si vybral z důvodu rozšíření mých dosavadních znalostí v oblasti teorie, ale také potřebné praxe.

V této praxi jsem měl možnost projít si rozsáhlou škálou již zmiňovaných úseků jak už v oblasti sítí a diagnostiky, tak elektrických stanic. V práci jsou popsány pracovní postupy rozšířené o obrázky samotných činností.

1 Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta:

ČEZ Distribuce, a. s., je držitelem licence na distribuci elektřiny a ve smyslu energetického zákona č. 458/2000 Sb. je provozovatelem distribuční soustavy.

Společnost působí v těchto krajích Plzeňský, Karlovarský, Ústecký, Středočeský, Liberecký, Královéhradecký, Pardubický, Olomoucký, Moravskoslezský a částečně v kraji Zlínském a Vysočině. Hlavním posláním společnosti je distribuce elektrické energie fyzickým a právnickým osobám a stále zvyšování kvality a spolehlivosti dodávky všem odběratelům.

1.ledna 2018 došlo k sloučení společností ČEZ Distribuce, a.s. a ČEZ Distribuční služby, s. r. o. pod jednu společnost ČEZ Distribuce, a.s. se sídlem v Děčíně. [1]

Má praxe probíhala v již zmiňované společnosti ČEZ Distribuce, a.s., která je součástí společnosti ČEZ a.s., V první části, po dobu 25 dní, jsem byl součástí pracovníků Sítí Ostrava. V druhé části jsem se přesunul na rozvodnu Ostravy Kunčic, která je pod záštitou elektrických stanic Lískovec.

Rozsah činností ČDS:

- Zajišťování spolehlivého a bezpečného provozu
- Odstraňování poruch
- Řízení a výkon činností dle ŘPÚ
- Provozování DS
- Diagnostické služby
- Zajištění kvality dodávky elektrické energie
- Měření v Distribuční síti
- Činnosti v oblasti BOZP, PO

V rámci odborného zařazení jsem se nepřímo účastnil prací na pozicích elektromontér a provozní elektrikář. Tyto práce jsem sledoval, ale nepodílel se na nich. Po vstupním školení BOZP a následném přezkoušení jsem byl přidělen k pracovníkovi či pracovníkům, kteří se mě ujali a během své zadané činnosti se mi ochotně věnovali.



Obr. 1: Logo ČEZ [2]

2 Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe

Oddělení sítě Ostrava

- Bezpečnostní školení
- Trasování podzemního kabelového vedení
- Údržbová diagnostika
- Kontrola vedení vn
- Kontrola vedení nn
- Kontrola trafostanice
- Provádění ořezů nn
- Porucha v HDS
- Instalace izolačních rozpěrek
- Instalace MEG 40+/supra
- Měření kvality DS

Oddělení elektrických sítí Lískovec

- Měření zkratovacích souprav
- Termovize
- Diagnostika výkonového vypínače
- Diagnostika kabelového vedení
- Zkušebna OOPP
- ŘPÚ vnitřního odpojovače
- Funkční zkouška ochrany
- Kontrola množství vybavení dle MPP
- Měření kapacitních proudů připojené sítě

3 Zvolený postup řešení zadaných úkolů:

3.1 Oddělení sítě Ostrava

Trasování podzemního kabelového vedení:

Tato činnost se provádí za účelem zjištění polohy kabelového vedení, které se nachází pod zemí a činí vzdálenost 1 m na obě dvě strany od kabelu dle zákona §46, odst. (3), Zák. č. 458/2000 Sb. K přibližnému určení vedení samozřejmě slouží podrobnější dokumentace, ale koncový zákazník potřebuje mít přesnější informace o aktuálním umístění kabelu před výkopem. Sám proto požádá o vytyčení kabelového vedení v terénu a domluví se distributorem. Ten zajistí příslušnou osobu, která bude vytyčení provádět a kontaktuje ho. Zjišťuje se, zda se vedle vedení nenachází např. kabel veřejného osvětlení, kabelové televize, telecom nebo plynové a vodovodní potrubí, u kterého by hrozilo porušení při výkopu.

K tomu používáme přijímač RD 8000, který pracuje na principu elektromagnetické indukce. Pokud vedením prochází dostatečně velký proud a výchylku přístroje dokážeme držet na přibližné hodnotě 50 %, není nutné připojovat vysílač na kabel. Pokud se ale kabel nachází např. ve větší hloubce nebo je ovlivněn jinou inženýrskou sítí, nejčastěji VO, je nutné k přesnějšímu určení připnout na daný kabel indukční kleště. Indukční kleště jsou dále zapojeny do vysílače. Pomocí vysílače pustíme do vedení střídavý proud s vlastní frekvencí a dokážeme tak s větší přesností vytyčit kabel. Důležité také je, aby oba konce vedení byly uzemněny a na přijímači byla zvolena stejná frekvence jako na vysílači. Po splnění těchto podmínek můžeme začít měřit.

Měření spočívá v manipulaci přijímačem z jedné strany na druhou do té doby, než dosáhneme na displeji 50 %. Při této síle signálu dokážeme přibližně určit polohu a hloubku kabelu. Sprejem následně zaznačíme na zem přibližnou trasu kabelového vedení. Po vytyčení polohy kabelu



Obr. 2: Přijímač RD 8000

kontaktujeme zákazníka a vypíšeme protokol o vytyčení podzemního vedení DS, který proti podpisu předáme.

Venkovní vedení nn, skříně – údržbová diagnostika

Tuto činnost provádíme za účelem zjištění poruchy nebo aktuálního stavu vedení dle řádu preventivní údržby (dále jen ŘPÚ). ŘPÚ je periodická činnost, kterou jsme nuceni co 4 roky opakovat a zajistit tak bezpečný provoz sítě.

Kontrolujeme jak rozpojovací skříně, tak hlavní domovní skříně (dále jen HDS). Plastové rozpojovací skříně slouží k rozpojování, rozbočování a jištění kabelových elektrovedných sítí nn. Napájené jsou z nejbližší trafostanice a dále pak přes tuto skříň rozvedeny do odboček ke koncovým zákazníkům. Ti mají buď na domě nebo před domem HDS, která slouží k jištění přetížení nebo zkratu přívodního vedení a také odpojení odběrného místa, kde přivádíme elektrickou přípojku. HDS i rozpojovací skříně jsou jištěny pojistkami. U HDS bývají tyto pojistky nejčastěji 25 nebo 35 A a u rozpojovací skříně 80, 100, 125 nebo 200 A.

První činností bude seznámení se s podrobným plánkem oblasti, kde je znázorněn druh a průřez vedení, přípojky odběratelů, typ a číslo skříní. V našem případě plánek Ostravy Hrabové ulice Poplužní. V případě špatné orientace v plánu je možné použít aplikaci GIS, jedná se o podrobné mapy, které jsou shodné s vytisknutým plánkem, jen v elektronické podobě s možností využití GPS pro přesnou orientaci.

V druhé řadě je nutné nějakým způsobem upozornit majitele objektu, aby nám dovolil vstoupit na svůj pozemek, jinak do záznamu o provedené kontrole dle ŘPÚ zapíšeme, že pozemek byl nepřístupný. Po vpuštění na pozemek otevřeme HDS a provedeme vizuální kontrolu, vyčistíme ji od prachu, pavučin či jiných nečistot, zkontrolujeme pojistkové spodky, kabelové oka a svorníky, pojistkové doteky a hlavice u závitových pojistek. Dále pak následuje utažení kontaktů, stav dvířek, zámků a závěsu případně promazání pantů. Při závadě provedeme opravu nebo naplánujeme výměnu celé HDS (u starších typů). Skříň by se měla náležitě označit výstražným symbolem nejčastěji bleskem.

Nedílnou součástí kontroly HDS je měření impedance poruchové smyčky ve všech skříních nn, na konci hlavních vedení a odbočkách. K tomu používáme univerzální měřák MZC 304. Díky tohoto přístroje jsme nejen schopni změřit impedanci smyčky, ale i napětí, proud, reaktanci, odpor sítě, kmítočet nebo měřit odpor proudem do 200 mA.

Měření impedanční smyčky probíhá na všech třech fázích. Hodnoty impedancí těchto fází by měly být v nejlepším případě stejné nebo jen s malou odchylkou. K přesnější orientaci máme k dispozici ZPK s tabulkou ideálních impedancí, kde se řídíme vždy dle předřadné pojistky. Tolerance je $\pm 0,5 \Omega$. Pokud jedna z těchto fází překoná hodnotu impedance dle dané tabulky, je na vedení možný problém a je třeba ho řešit. Řešením tohoto problému by mohlo být zvětšení průřezu vodiče vedení nebo zařazení nové rozpojovací skříně, a tak snížení odporu impedanční smyčky. Nejlepší impedanci naměříme v blízkosti trafostanice, nejhorší na konci sítě. Podle závažnosti zaznamenáme prioritu závady do protokolu.

Jelikož se tato práce hodnotí jako práce pod napětím (dále jen PPN), je nutné při zvláštní činnosti používat osobní ochranné pracovní prostředky (dále jen OOPP). Mezi tyto prostředky patří dielektrické rukavice, žebřík pro PPN nebo přilba se štítem.



Obr. 3: Nová HDS

Provádění ořezů

Ořezy provádíme z důvodu dodržování ochranných pásem kolem vedení. Ochranným pásmem se rozumí prostor vymezený svislými rovinami od krajního vodiče vedení na obě jeho strany. Rozdělujeme jej podle hladiny napětí např. pokud vezmeme hladinu napětí od 1 kV po 35 kV u vodiče bez izolace je ochranné pásmo 7 m, u vedení 110-220 kV je ochranné pásmo 15 m. Ořezy vedení pod 1 kV tedy nadzemního venkovního vedení nn jsou prováděny na základě PNE 330000-6 příloha 10, tab. 5, edice 3. V pásmu je taktéž zakázáno provádět bez souhlasu vlastníka zemní práce, vysazovat a nechávat růst porosty nad 3 m, provádět činnosti znesnadňující přístup k zařízení atd. Ochranné pásmo nadzemního vedení předepisuje a řídí zákon §46, odst. (3), Zák. č. 458/2000 Sb. [3]



Obr. 4: Před ořezem



Obr. 5: Po ořezu

Odjištění pracoviště 110 kV

Kvůli výstavbě nové zapouzdřené rozvodny Ostrava Fifejdy, bylo pod komunikacemi táhnuto přírodní 800 m dlouhé zemní kabelové vedení, s vyvedením přímo na stožár vvn.

Osobně jsem se účastnil odjištění pracoviště prováděné pracovníky, kteří byli poučeni o způsobu práce zvoleným vedoucím práce a jsou podepsáni v příkaze B. Ze stožáru jsou pomocí plošiny a manipulační tyče sundány ZS ze všech fází. Po komunikaci s dispečerem je možné přírodní linku zapnout.



Obr. 6: Řez kabelem pro 110 kV

Kontrola vedení nn

Tuto kontrolu jsme dělali na vedení nn v Proskovicích. Jde o vizuální kontrolu aktuálního stavu vedení dle ŘPÚ. Během ní jsme zjistili řadu závad. Mezi hlavní závady patřily prasklé roubíkové izolátory, rezavé konzole, prasklé sloupy či chybějící čepice (plastové kryty), které zamezují průniku vody vrchem betonového sloupu.

Taktéž se naplánovaly ořezy kvůli popínavým rostlinám nebo dlouhým větvím stromu, které při větším větru mohou způsobit mezifázový zkrat. To souvisí s minimální vzdáleností kabelového vedení od porostů nebo stejnoměrností napnutí vodičů nad terénem. Pro každou tuto naplánovanou činnost musíme zapsat do protokolu orientační dobu a prioritu opravy a v mapce zakreslíme místo závady. Mapky poté přiložíme k protokolu.

Nezbytné je taktéž zkontrolovat uzemnění, čitelnost a označení výstražných popisných tabulek a mechanický stav opěrných bodů, např. šroubové spoje či svary.

Kontrola vedení vn

Jedná se téměř o tutéž práci jako se jednalo u kontroly vedení nn. S rozdílem, že kontrola vn je na větší rozloze a probíhá ve větším rozsahu. Mezi hlavní rozdíly patří kontrola vn izolátorů, růžkových odpojovačů, nebo antén u dálkově ovládaných úsečníků s možným mechanickým nebo atmosférickým poškozením. Dále se kontrolují kabelové svody a koncovky, uzemnění stožáru, proudové spoje, přepětové ochrany, ochrany ptactva a dodržování vzdálenosti ochranného pásma, při kterém se naplánuje nutnost a přibližná doba ořezu.

Nejčastější závadou byly chybějící výstražné tabulky nebo špatné upevnění zemních lan, a to díky rozšířené korozi.

Porucha v HDS

Po komunikaci se zákaznickou linkou vyjíždíme k rodinnému domu v Ostravě – Svinově. Po příjezdu si zákazník stěžuje, že při větším zatížení sítě domácími spotřebiči mu bliká televize či mu vypadne jistič. Zákazník taky sděluje, že před příjezdem se pokoušel v HDS vyměnit pojistky, ale problém nadále přetrvával.

Při kontrole HDS zjišťujeme že pojistkový spodek E33 je značně vypálený a je nutná jeho oprava. Jelikož se jedná o PPN je nutné mít předepsané OOPP.

Po splnění těchto podmínek vyšroubujeme pojistku z pojistkového spodku a odpojíme fázový a nulový vodič. Při manipulaci je nezbytné fázový vodič zaizolovat. Poté můžeme teprve bezpečně odstranit pojistkový spodek a provést následnou výměnu za nový kus. Vše poctivě zapíšeme do záznamu o provedení poruchy a dopíšeme použitý materiál, v našem případě pojistkový spodek E33 a pojistka 35 A.



Obr. 7: Vypálený pojistkový spodek

Montáž izolačních rozpěrek

Izolační rozpěrky umísťujeme na místa vedení tam, kde buď dochází k mezifázovému zkratu při větším větru nebo si myslíme, že by k němu v budoucnosti mohlo dojít. Montáž izolačních rozpěrek provádíme na vedení nn. Vodiče jsou AlFe 4×25 mm². Jedná se o PPN. Práce je vykonávána z velké plošiny, která má dosah až 18 m. Rozpěrky jsou uzpůsobeny tak, aby je pracovník jednoduchým způsobem mohl nacvaknout na vedení.

Systémové značení rozvodna Vratimov

Po příjezdu na místo je zvolen vedoucí práce, který zodpovídá za celkový průběh zadané práce. Následně po zvolení a seznámení se s činností pro daný úsek probíhá komunikace s dispečerem, kterému se hlásí číslo příkazu B a činnost, kterou budeme provádět. Ten po souhlasu vedoucího pracovníka pracoviště vypne a odpojí od sítě.

Před samotnou prací je nutné vypsát příkaz B s přiloženým jednopólovým schématem a seznámit ostatní pracovníky o napětovém i beznapětovém stavu. Nedílnou součástí po vypnutí a odpojení od sítě je zajistit ovládaní proti zapnutí. To se provádí tak, že vypneme jističe, ovládaní pohonů a mechanismů pro odpojovače a vypínače. Umístíme výstražné tabulky a ohraničíme beznapětovou oblast. Pokud je to možné vypínáme i vedlejší pole k maximálnímu zmenšení nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Dále zajistíme pomocnou přípojnicí, aby se na ni nemohlo dostat napětí. Jelikož napětové měniče jsou také brány jako možný zdroj elektrické energie zkratujeme je pomocí ZS.

Zkratovací souprava se umísťuje na všechna místa, kde by se mohlo objevit napětí. Před nasazením vizuálně zkontrolujeme, zda nejsou nějak mechanicky poškozeny. To platí i pro manipulační tyče na zkratovací soupravy. Při splnění těchto podmínek a podepsání příkazu B je možno zahájit samotnou práci.

Systémové značení provádíme proto, abychom zajistili co nejpřesnější orientaci, a tak snížili nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Označují se jednotlivé fáze a čísla polí žlutými tabulkami.



*Obr. 8: Systémové značení na rozvodně
Vratimov*

Instalace MEG40+/supra

Jedná se o zařízení, které slouží k dlouhodobému záznamu měření fázových či sdružených napětí, fázových proudů, činného výkonu, ale i odchylky maxim a minim dle standartu kvality napětí. Zejména na napěťových hladinách vn a vvn. Tyto veličiny jsme schopni sledovat na displeji přístroje. Měření se dlouhodobě ukládá na paměťovou kartu o velikosti 16 MB, u které je nutné ji občas vyměnit. Nebo je zde sériový výstup USB2.0, který podporuje připojení Flash disku.

Ze zaznamenaných dat jsme schopni zobrazit v PC denní diagram, skutečné účinníky a statistiky událostí. My jsme prováděli odběr dat, respektive výměnu paměťových karet. V trafostanicích Ostravy Zábřeh. Data jsou následně v PC vyhodnocována a tvoříme protokol. V dnešní době je už stále používanější dálková komunikace. Ta se ve velké míře instaluje už s novými měřicími přístroji, které nahrazují neekonomický odečet pracovníkem.

Při návštěvě trafostanice OS 7962 jsme zjistili nefunkční MEg40, který je starším typem přístroje a provedli jsme instalaci novějšího typu jednoduchým přepojením konektorů ze staré svorkovnice do nové. Při manipulaci byly konektory v beznapětovém stavu.

Kontrola kvality DS

Při kontrole kvality elektrické energie v DS nás zajímá, zda síť splňuje smluvní podmínky. Proto do trafostanic instalujeme PQ monitory např. MEg 30.4. s automatickým záznamem dat, napětí a proudů do paměti po dobu celého týdne. Ty jsou dále odebrány a zpracovány technikem, který je načte v softwaru a vyhotoví z nich protokol. V naměřených datech nalezneme velikost a odchylky napájecího napětí, proudy, flikr, nesymetrii napájecího napětí, krátkodobé poklesy či přerušení napájecího napětí, frekvenci i celkové zatížení.



Obr. 9: Přístroj pro zaznamenávání kvality DS – MEg 30.4.

Odchylky nám udává norma ČSN EN 50160 nebo jsou v pravidlech provozování DS. Například smluvní hodnota u jmenovitého napětí 230 V by neměla překročit $\pm 10\%$, napětí tedy v rozmezí (207–253 V). Frekvence se pohybuje u 50 Hz $\pm 1\%$. S rychlou změnou napětí vzniká rušivý element jinak nazývaný flikr. Flikr může u nemocných lidí trpících epilepsií způsobit záchvat, jelikož je podobný stroboskopickému jevu. U ostatních lidí může snižovat soustředěnost. Vzniká v důsledku rozběhu velkých strojů, použití svářeček, nesouměrného zatížení a dalších.

3.2 Oddělení elektrické stanice Lískovec

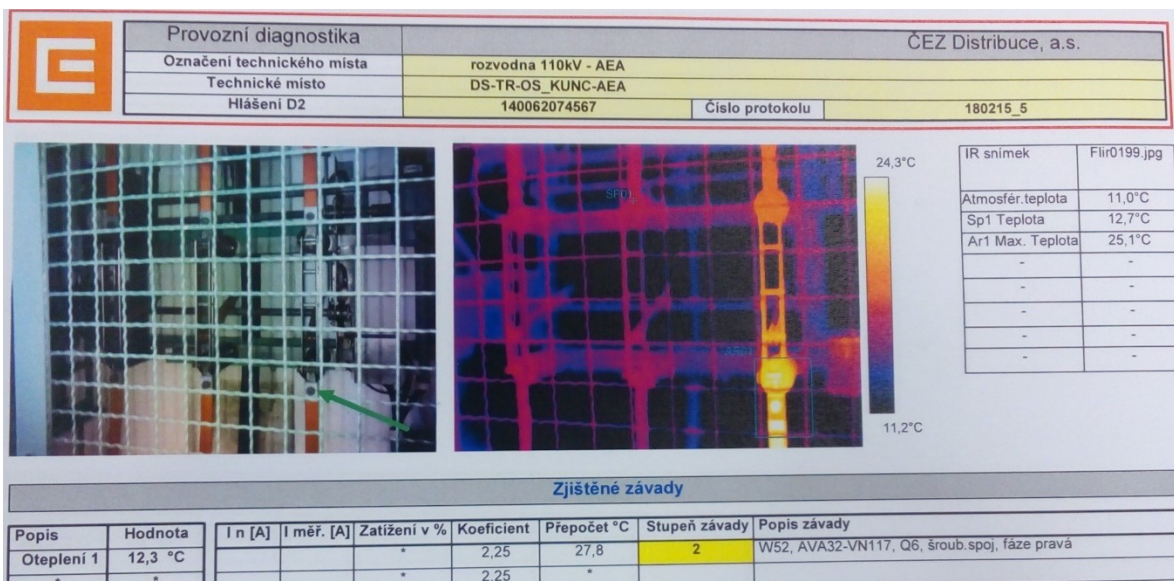
Termovize

Jedná se o jednu z metod odhalení poruchy či závady, kterou řadíme do oblasti technické diagnostiky. Diagnostika je činnost, při které zjišťujeme aktuální stav pozorovaného objektu za účelem odhalení možné poruchy a její lokalizaci. Hlavní výhodou využití termovizní kamery spočívá v rychlém bezkontaktním použití v rozvodnách či trafostanicích a vedení nn a vn bez nutné odstávky kontrolované oblasti. Termovize pracuje v infračervené části spektra pomocí elektromagnetického záření vyzařovaného tělesem, které kamera zaznamenává. Infračervené záření označujeme často jako tepelné záření. Vlnová délka takového záření je od 760 nm až po 1 mm.

V rozvodnách vn měříme hlavně silové proudové dráhy, svorky, koncovky a viditelné spoje, na kterých by mohlo dojít k zvýšení teploty vlivem většího přechodového odporu. Nejčastější případy zvýšené či hraniční teploty nalezneme nejen na kontaktech odpojovačů a odpínačů, kde se kontakty dostávají do pohybu, ale často i na měřicích trafech proudu a napětí. Jinak řečeno všechny části rozvodny, kde by mohlo dojít k nebezpečnému zvýšení teploty.

Další důležitá oblast stojící za zmínku je samotné venkovní vedení vn. Vedení může měřit až několik desítek kilometrů mezi rozvodnami. Je proto velmi obtížné hledat na něm možnou poruchu pouhým okem. K tomu nám slouží termokamera Flir P660 nebo nová vylepšená kamera Flir T640 disponující lepším snímáním teplotních polí při různých atmosférických podmínkách. Nedílnou výhodou těchto kamer je možnost zaměřit postiženou část vedení až na vzdálenost 300 m. K přesnějšímu odečtu aktuální teploty se snažíme přiblížit co nejbližší objektu. Pokud teplota mezi fázemi se stejným proudovým zatížením přesahuje hodnotu vyšší 10 °C považujeme tuto oblast za možnou poruchu a přiřadíme ji podle tabulky míru závažnosti. V takovém případě se po příjezdu do kanceláře zpracovává protokol a přiřazuje se závadě priorita zásahu. Protokol je doplněn fotkou z termokamery. Je nutné dodat, že měření probíhá v zatíženém ustáleném stavu. Za ustálený stav považujeme chod zařízení nad 1 hodinu. Velmi ovlivňující faktor měření je počasí. Pokud při měření je jasná obloha a proti měřené oblasti svítí slunce stavíme se do oblasti stínu měřeného objektu. Nejvhodnější pro tyto venkovní měření je zatažená obloha. Měli bychom se vyvarovat měření ve velkém větru, mlze, dešti a sněžení, kdy dochází k hlavním nepřesnostem. U větru se tomu dá vzdorovat nastavením korekčního součinitele, který přepočítá hodnotu větru na bezvětří. Jelikož kamera objektivem zaznamenává všechny zdroje infračerveného záření, je nutné hlavně v uzavřených místnostech při měření například v rozvaděčích sledovat, zda nedochází k odrazu záření v kovových krytech. Ty se chovají jako zrcadlo, a proto se v kameře může zobrazit měřící osoba. Tomu se dá zamezit volbou jiného úhlu snímání.

V mém případě měření probíhalo v trafostanicích Ostravy – Poruby a rozvodnách Nové radnice a Ostravy – Kunčic. Při měření odpojovače Q6 v kobce AVA32-VN117 jsme našli oteplení šroubového spoje pravé fáze, kdy hodnota oteplení mezi okolními fázemi činila 12,3 °C. Proto po přepočtu bylo vyhodnoceno, že se jedná o závadu č.2 označovanou jako „Oprava závady nejpozději při zásahu ŘPÚ“.



Obr. 10: Závada na odpojovači zjištěna termokamerou

Diagnostika výkonového vypínače

Vypínač je elektrický přístroj, který je schopný zapínat i vypínat všechny druhy zátěže, a to jak naprázdno, tak při zatížení. Dokáže také vypínat poruchy jako jsou nadproudy nebo zkrat. Vypínače dělíme podle velikosti jmenovitého proudu, napětí a jmenovitého vypínacího proudu. Vypínací proud je největší zkratový proud, který vypínač musí vypnout, a který je udán na štítku vypínače. Z konstrukčního hlediska je vybaven mechanismem, izolačními a proveditelnými částmi. Aby byl vypínač schopný roztrhnout oblouk vzniklý zkratem či nadproudem. Je vybaven zhašecími médii jako je olej, SF₆ (fluorid sírový), vakuum, vzduch nebo u stejnosměrných obvodů magnetické pole. Proto vypínače dělíme podle zhašedla na máloolejové, tlakoplynové, vakuové atd. Soustavy vn využívají především maloolejové, tlakoplynové a vakuové vypínače u soustavy vvn především tlakoplynové.

Měření probíhalo na rozvodnách Dluhonice a Ostravě Mošnově. V obou těchto případech se jednalo o vakuový vypínač. V Dluhonicích se jednalo o vypínač AEG VAA 406/24-2 s jmenovitým proudem 630 A a napětím 24 kV. V Mošnově o vypínač ABB VD4/P 24.06.20, který bude níže rozebrán.

V první části provedeme manipulaci s vypínačem a odstavením od provozu. Vypíšeme příkaz B a provedeme označení a zajištění pracoviště, které je zmiňováno výše. Po zajištění a kontrole beznapětového stavu pracoviště je možno přejít k samotné práci.

Provedeme kontrolu celkového stavu (proudových spojů, izolátorů atd.). Odejme přední kryt, abychom se dostali k mechanismu vypínače. Zde nalezneme např. střídací mechanismus, který je vybaven střídací pružinou válcového tvaru a motorem k natažení pružiny, vypínací a zapínací

tlačítko, počítadlo cyklů vypnutí, ovládací kontakty atd. Provedeme kontrolu spojovacích táhel, promažeme a vyčistíme pohony.

V druhé části měříme svodový proud, který je výsledným kritériem pro stav celistvosti vakua (elektrická pevnost). V tomto případě je zkušební stejnosměrné napětí 60kV. Vypínač při měření musí být ve stavu vypnuto. Svorky měřicího zařízení připojujeme na vývod a přívod jedné fáze. Pokud zpětný proud vypínačem překročí hodnotu 0,1 μA , na generátoru se nám rozsvítí červená kontrolka a zapojujeme do série ještě ampérmetr. Jedná se o stav, kdy se vyšší zpětný proud dostane přes vypnutý vypínač.

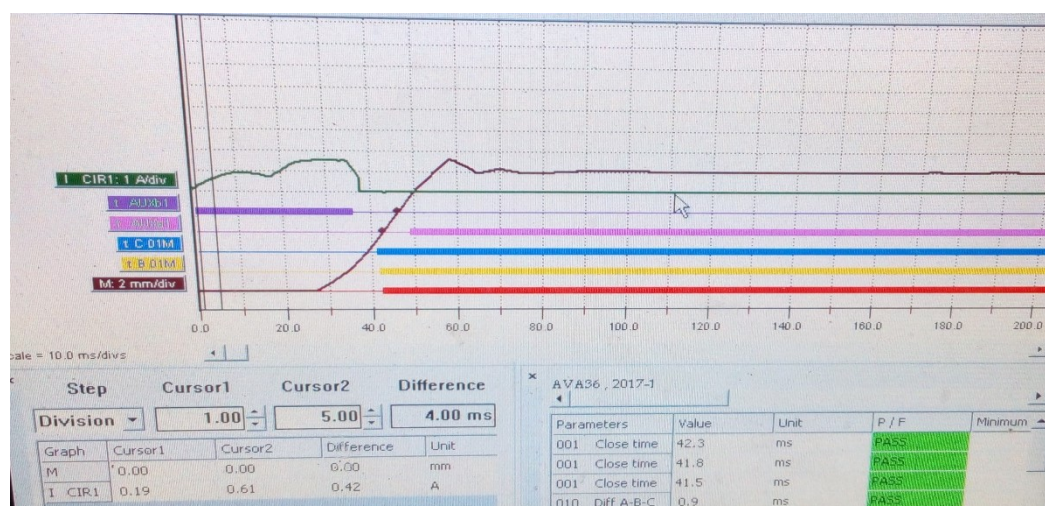
V třetí části měříme úbytek napětí proudové dráhy při sepnutém stavu kontaktů, na kterých vzniká největší úbytek napětí. Při hodnotě proudu 200 A generovaného zdrojem měříme přechodový odpor, který následně přepočítáme na výsledný úbytek napětí na proudové dráze. Podle výrobce by tento úbytek měl činit hodnoty maximálně 6mV. V našem případě hodnota odporu vyšla 56.5 $\mu\Omega$. Po vyčistění a dotáhnutí prvků proudové dráhy se hodnoty zlepšily na 28 $\mu\Omega$, tím pádem úbytek napětí vyšel 5,6 mV a splnil podmínku. K měření byl použit mikroohmetr MJOLNER 200, který dosahuje vysoké přesnosti měření až s přesností 0,1 $\mu\Omega$.

V čtvrté části měříme hodnotu minimálního ovládacího napětí, tedy při sníženém napětí. Toto měření je důležité pro zjištění, zda vypínač dokáže vypnout a zapnout v nouzovém stavu. To znamená, že pokud dojde k výpadku elektrické energie v rozvodně, je nutné dále mít možnost manipulovat s přístroji a zařízením na postižené rozvodně. Tento problém řeší baterie, které dokáží po dobu jedné hodiny zásobovat energií ovládací a manipulační prvky, a tak v případě poruchy vypnout například linku ve zkratu. Jelikož se baterie začnou vybíjet a zdaleka nemusí dosahovat hodnoty 230 V, musí vypínač vypnout při sníženém napětí, a to do hodnoty 70 % U_n a zapnout při 80 % U_n . Ovládání tedy připojíme na stejnosměrný zdroj a při minimálním napětí zkusíme oba stavy.

V pátém měření se věnujeme měření izolačního stavu ovládacích prvků. Hodnoty by neměly v tomto případě klesnout pod 1000 Ω / 1 V.

V šesté části měříme vibrace, které vznikají při zapínání a vypínání vypínače. Proto připojíme na přívody vypínače tři velmi citlivé mikrofony vyvedené z TM1800. Při sepnutí a vypnutí pozorujeme odezvu na obrazovce vykreslenými průběhy. Ty by se měly zhruba podobat. Nadměrné vibrace mohou poškodit vypínač.

V sedmém měření navážeme na předešlé měření. Připojíme kleště na přívod a vývod vypínače přes zesilovač a přepneme se v TM1800 do jiného zobrazovacího okna. Tentokrát měříme dobu vypnutí a sepnutí kontaktů vypínače. Limit udávaný výrobcem při zapínání je 60-80 ms a limitní nesoučasnost spínání 3ms. Naše časy dosahovaly na L1= 68,3 ms, L2= 68,8, L3= 67,8 ms s nesoučasností spínání 1ms. U vypínání je limit 33-60 ms nám vyšly časy na L1= 42,3ms, L2= 41,8, L3= 41,5 ms s nesoučasností spínání 0,8 ms. Simulujeme i zapnutí do poruchy tzn. měříme čas od zapnutí po vypnutí kontaktů v pořadí VYP – ZAP – VYP.

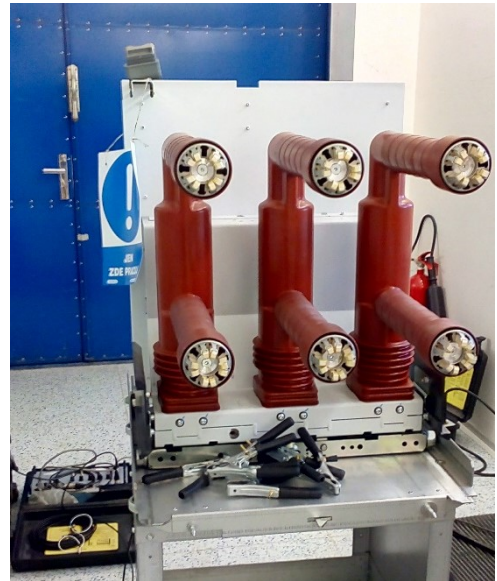
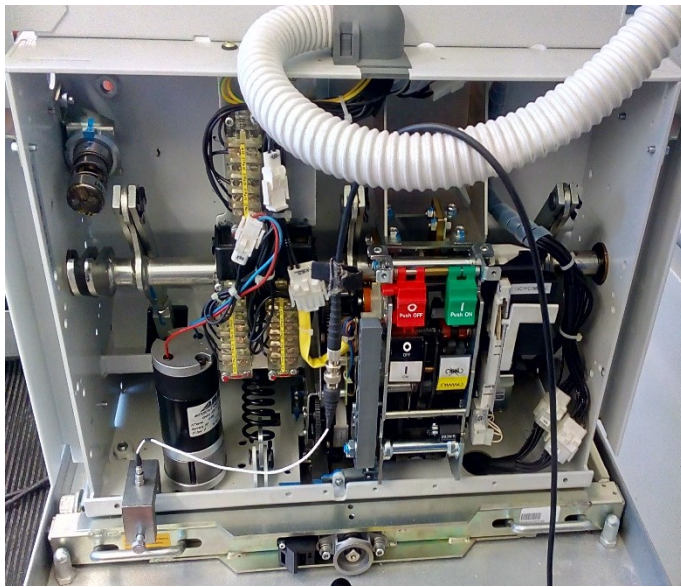


Obr. 11: Průběh zapínání vypínače

V osmém měření kontrolujeme, zda funguje relé, které blokuje vypínač při snaze ochrany zaslat signál k opětovnému zapnutí při vzniklé poruše. Tato zkouška je jinak nazývána jako pumpování vypínače. Pokud by bylo aktivní současně zapínání a vypínání, následoval by trvalý sled ZAP-VYP-ZAP. Proto vypínače již obsahují toto relé, které hlídá, aby po každém jednom vypnutí následovalo jedno zapnutí. Pro další zapnutí bychom museli uvolnit ovládání pro zapnutí nebo by musely být splněny tři podmínky. Vypínač by musel být ve stavu vypnuto a pružiny pohonu by byly nastrádány současně, vypínací spoušť nebo tlačítko by nebyly aktivovány.

V devátém předposledním měření, měříme pohyb kontaktů. Jelikož kontakt vypínače je jednou z nejvíce namáhaných částí, klademe na něj zvlášť veliký důraz. Kontakt musí odolat velikosti oblouku při vypínání a zapínání, a přitom nesmí zvlášť odskakovat, jelikož síla při zapnutí by nemusela být dostatečná k sepnutí kontaktu. Nesmí být ani moc blízko druhému kontaktu, jinými slovy mohlo by dojít k opětovnému přeskočení oblouku ve vypnutém stavu a při zapnutí by vznikl náraz mezi kontakty. K zjištění závady využijeme rotační snímač pohybu, který danou situaci vyhodnotí. V našem případě byl pohyb kontaktu v pořádku.

V posledním desátém měření změříme proud motoru pomocí klešťového ampérmetru + dobu natažení pružiny.



Obr. 12: Vakuový vypínač ABB (vlevo), Zhášecí komory (vpravo)

Diagnostika kabelového vedení

Diagnostika kabelového vedení je měření umožňující odhalovat a předcházet poruchám podzemního kabelového vedení. Ty vznikají nesprávným provedením kabelových spojek, koncovek, taktéž proražením izolace či samotného kabelu. Pokud provedeme špatně kabelovou spojku, vlivem částečných výbojů dochází k tepelnému namáhání a poškození izolace. To může vést k úplnému průrazu, tedy i k zemnímu spojení a následnému výpadku elektrické energie.

Abychom si lépe představili špatně provedenou kabelovou spojku, je zde přiložen obr. 13.

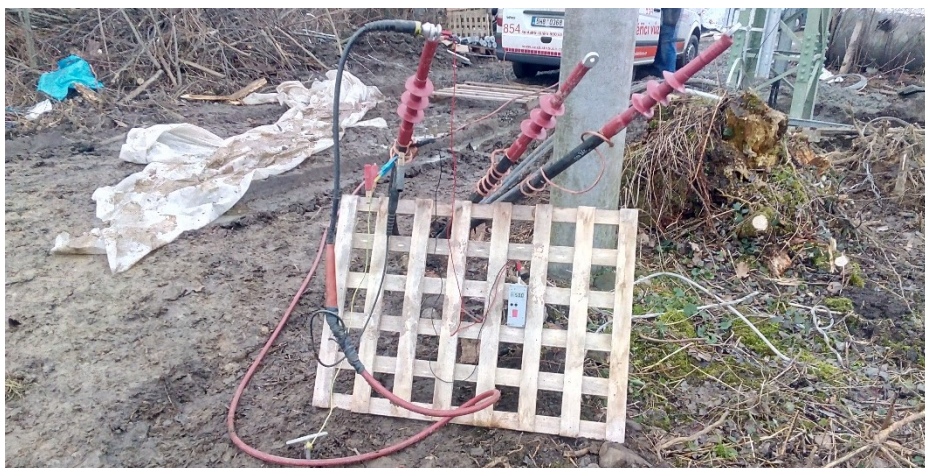
U této spojky si můžeme všimnout nadměrného ohybu kabelu a velké mezery na obou stranách mezi izolací a samotnou kabelovou spojkou. Podobný problém nastává u kabelových koncovek, kde nesprávnou instalací kabelové koncovky na kabel dochází taky často k částečným výbojům a následným uhořením koncovek viz. Obr. 14. Tomu se snažíme zabránit, proto je mnoho koncovek a spojek po měřeních předěláváno, jelikož firmy často nedodržují správné pracovní postupy. Taková porucha se nemusí vždy objevit během začátku provozu. Hlavním faktorem bývá stáří samotného kabelu. V devadesátých letech se používaly kabely s papírovou izolací nebo zesíleným polyetylénem AXEKCY a AXEVCE. Dnes se vykytují kombinované kabely např. spojené celoplastové s kabely s papírovou izolací. Je třeba říci, že diagnostika částečných výbojů je nedestruktivní metoda. Díky ní dokážeme docela přesně zjistit délku kabelu, místo vzniku poruchy nebo stav izolace kabelu.



Obr. 13: Špatně provedená spojka

Abychom přešli k měření, je třeba zajistit pracoviště z obou stran. Kabel se musí odpojit a uzemnit, jelikož se po odpojení chová jako kondenzátor a obsahuje v sobě zbytkový náboj. Po zajištění pracoviště připojíme kabel k měřicímu vozu. Uvnitř vozu je vazební kondenzátor propojený přes koaxiální kabel do počítače, díky kterému jsme schopni sledovat průběhy odrazu. V počítači spustíme software pro vyhodnocení částečných výbojů. Je třeba zmínit, že každý kabel je veden v databázi. Má svou vlastní kartu, kde je uveden typ, číslo, délka, datum položení a měření.

V první řadě provedeme kalibraci. Jedná se o uměle vytvořený pulz šířící se kabelem o námi zvoleném elektrickém náboji kalibrátorem. Rychlost šíření je rychlost, jakou se vlna šíří kabelem. V našem případě tato hodnota byla $160 \text{ m}/\mu\text{s}$ a vyhodnocená délka kabelu činila 583 m. Rychlost šíření volíme podle druhu kabelu. Vlivem elektromagnetického rušení se nelze vždy řídit délkou kabelu pro nastavení elektrického náboje. Proto se snažíme kabel odrušit nastavením vyšší hodnoty náboje v rozsahu od 0 po 50 nC, který nám způsobí jakýsi odrušovací filtr.



Obr. 14: Kalibrace kabelového vedení

Po kalibraci odpojíme kalibrátor od vazebního kondenzátoru, aby nedošlo k zničení kalibrátoru vlivem vn. Přejdeme k druhému měření, které má za úkol zjistit, zda nedošlo k poškození plášťové izolace, kdy měříme stínění proti zemi. Toto měření jinak nazýváme jako plášťovou zkoušku. Kabely jsou připojeny na fázi a stínění kabelu, které je spojeno se zemí. Používáme stejnosměrné napětí v rozsahu od 0 V po 5 kV. Během zvyšování je nutno na obrazovce sledovat hodnotu svodového proudu. Pokud by byla hodnota v mA ještě před dojetím na 5 kV, je nutné přerušit měření. Jelikož v největším případě došlo k průrazu kabelu např. při zasypávání, toto místo se snažíme dalšími metodami najít a po měření přespojovat. Doporučená doba měření je 5 minut. Hodnoty nám vycházely v μA , takže kabel plášťovou zkouškou prošel.

Jako další zkoušku volíme zkoušku napěťovou. Jedná se o zkoušku výdržným napětím pro měření částečných výbojů. Částečný výboj je nízkoenergetický výboj, který částečně přemostňuje izolaci. Tento jev vzniká při překročení elektrické pevnosti v dutinkách dielektrika při vystavení místa elektrickému poli. Je to jev s destruktivními účinky. Ty mohou být mechanické, elektrické, chemické a tepelné. Po přemostění izolace se z něj stává vysokoenergetický výboj. Samotné měření spočívá v generování a pouštění stejnosměrných pulzů kabelem. Maximální výdržné napětí je dovolené $2 \times U_0$ pro nové kabely. V našem případě jsme používali 1,7násobek U_0 . Výsledkem tohoto měření jsou průběhy nebo sloupcové grafy částečných výbojů na celé délce kabelu.



Obr. 15: Ohořelá koncovka vlivem částečných výbojů

V poslední části měříme ztrátový úhel $\tan \delta$. Ten nám udává celkový stav kabelu při postupném stárnutí izolace. Stárnutí se projevuje zvýšeným pronikáním vlhkosti do izolace a tepelným namáháním u papírové izolace. Dochází ke snížení izolačního odporu a tím pádem k omezení izolačních schopností. Tento stav se projeví právě zvýšením úhlu $\tan \delta$. Měříme při frekvenci 0,1 Hz, jelikož při této nízké frekvenci zkušebního střídavého napětí nejlépe odečteme ztrátový činitel. Hodnota zkušebního napětí se měnila v rozsahu od 0,5 do 1,5násobku fázového napětí a doba měření byla 6 minut na daný násobek.

Ztrátový činitel:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{1}{\omega CR}$$

Kde: ω – úhlová rychlost ($\omega = 2\pi f$)

C – kapacita

R – svodový odpor



Obr. 16: Přístroj pro měření $\operatorname{tg} \delta$

Pokud budeme hledat přesné místo poruchy na kabelu, používáme k tomu metody rázování nebo metodu krokového napětí. Při rázování připojíme kabel na měřicí vůz a pouštíme do něj napět'ové rázy. Ty se v místě poruchy projevují akusticky a jsou zde nejhlasitější. Abychom toto místo odhalili, používáme velmi citlivý mikrofón připojený na přístroj, který tyto vlny snímá. Metoda krokového napětí doplňuje předešlou metodu. Do země zapíchneme měřicí jehly připojené do měřicího přístroje. Jde o dvě elektrody (kladnou a zápornou), které nám určí směr k poruše přes připojený přístroj. V místě poruchy ručička zůstane stát a toto místo označíme. Do kabelu pouštíme napět'ový ráz, který se projeví v místě poruchy vybitím.



Obr. 17: Přijímač rázových vln (vlevo), Přístroj pro lokalizaci poruchy (vpravo)

Zkušebna OOPP

Abychom zajistili maximální bezpečí zaměstnanci na pracovišti, je nutné ochranné pomůcky podle předepsaných norem kontrolovat a přeměřovat. Mezi ochranné pomůcky řadíme dielektrické rukavice, zkoušečky napětí pro různé napěťové hladiny, vyprošťovací hák, prodlužovací tyče a další.

První kontrolou, kterou pomůcky projdou je kontrola vizuální. Ta zhodnotí vizuální stav, zda například dielektrické rukavice nejsou prořízlé, zda zkoušečka vn nejeví známky prasklin atd. Hodnotíme i stáří ochranné pomůcky, jelikož u nových platí jiné normy než u pomůcek starých.

V druhém kroku přejdeme k samotnému měření. Nejprve měříme dielektrické izolační rukavice. Periodická doba zkoušky dielektrických rukavic je každých 6 měsíců. Zkouška musí probíhat v souladu s normou ČSN EN 60903, která platí pro izolační rukavice a palečnice. Rukavice dělíme do 6ti tříd podle odlišných elektrických vlastností. Dále podle délky a výdržného napětí v kV, během kterého musí rukavice minutu obstát. Měření probíhá tak, že rukavici ponoříme do vody a dovnitř napouštíme tak dlouho vodu, než dosáhneme na hraniční hodnotu 9 cm od okraje rukavice. Poté vložíme měděnou elektrodu doprostřed rukavice a ponoříme do vody. Elektroda je propojena přes generátor k měřicímu stolu. Po uzavření měřicí oblasti je měřicí stůl připraven k použití. Zvyšujeme pomalu napětí až na hodnotu 30 kV. Pokud rukavice vydržela výdržné napětí po dobu jedné minuty, odečteme hodnotu unikajícího (svodového) proudu, v našem případě u rukavic CATU III dlouhých 360 mm byla 5 mA

a u typu ELECTROSOFT III s délkou 410 mm 8 mA. Pokud rukavice tuto zkoušku nevydrží, nadproudový jistič se okamžitě vypne a odpojí měřenou část od zdroje. Rukavice se následně znehodnocují.



Obr. 18: Izolační zkouška rukavic (vlevo), Měřicí stůl (vpravo)

Další zkoušenou pomůckou byla zkoušečka vn. Její jmenovitá hodnota napětí byla 25kV. Při tomto měření měříme konkrétně svodový proud a prahové napětí. Mezní hodnota svodového proudu při zkušebnímu napětí 30 kV nesmí přesahovat hodnotu $50\mu\text{A}$ v našem případě byla hodnota $8,7\mu\text{A}$ délka měření je opět 1 minuta. Prahové napětí je minimální hodnota napětí při, kterém zkoušečka signalizuje výskyt vn. Příkladem pro tento typ musí signalizovat při hodnotách od 2,2 kV do 9,9 kV. Nám signalizovala při hodnotě 5,9kV, tedy zkoušečka vyhověla.

Měřené pomůcky, které projdou měřením musí být náležitě označeny štítkem, který udává dobu expirace zkoušečky, typ a kde byla zkoušena. Rukavice, které nejsou používány během období 6ti měsíců nesmí být používány do té doby, než znovu projdou zkušební OOPP.

Funkční zkouška ochrany SIEMENS SIPROTEC 7SJ85

K monitorování a eliminaci poruchy na určité části elektrické sítě používáme tzv. elektrické ochrany. Jedná se o elektrické zařízení, které umí samočinně reagovat na poruchy vzniklé v elektrické síti např. zemní spojení či zkrat, a tak snížit vznik možné škody. Základním požadavkem na ochranu je její spolehlivost, rychlost působení, selektivita, ale i jednoduchost pro možnou obsluhu. Pod každým tímto názvoslovím si můžeme něco představit. U spolehlivosti nás zajímá, aby daná operace proběhla v předepsaném čase s určitými parametry, a tak splnila předepsané podmínky ochrany. K tomu se váže bezpečnost a funkčnost působení ochrany. U bezpečnosti hledíme na to, aby ochrana nezareagovala špatně, a tak neohrozila bezpečnost sítě i osob. U funkčnosti eliminujeme poruchový stav. Selektivita ochrany znamená, že ochrana, která je nejbližší poruchy nejrychleji reaguje a to tak, že vypne pouze

oblast, kde porucha vznikla, popř. v určitém intervalu zareaguje se zpožděním další ochrana, která se za předešlou nachází. Rychlost působení ochrany je doba od vzniku poruchy po vypnutí vypínače. Eliminuje vznik tepelných účinků zkratových proudů. Je ovlivněna hlavně již zmíněnou selektivitou a rychlostí vybavení vypínače. Nedílnou součástí každé ochrany je možnost buď vzdáleně nebo místně ochranu spravovat a také sledovat aktuální stav systémových veličin. Ta se zpravidla spravuje z velínu na dané rozvodně nebo další možnost je reakce dispečera, který má přístup k informacím ze všech rozvodů. Abychom zamezili nesprávné manipulaci s prvky elektrické sítě, má každá ochrana nastavené různé blokády, které na sebe navazují např. nemůžeme rozepnout odpojovač pod zatížením, dokud nevypne vypínač.

Při funkční zkoušce se zkouší všechny možné stavy, které mohou nastat během provozu, a to tím způsobem, že je uměle simulujeme např. různé druhy zkratů, přerušení obvodu atd. Vše je kontrolováno z velínu, kde chodí v systému poruchové hlášky, které musí sedět se stavem ochrany ve kterém se zrovna nachází. Pokud všechny operace a blokády proběhly úspěšně, je možné vyzkoušet funkci vypínače QM, odpojovače Q1, Q2 a Q6, uzemňovače QE6 a dalších prvků začlenit po konečné revizi ochranu do provozu.

V našem případě ochrana SIEMENS SIPROTEC 7SJ85, obsahovala funkci nadproudové ochrany a zkratového vypnutí, dále pak znázorňovala možnost nesymetrie napětí či poruchu střadače. Např. nadproudová ochrana zareaguje při překročení maximální nastavené hodnoty proudu, to je dáno složením časově závislé nebo nezávislé charakteristiky, a to v rozmezí minimální hodnoty zkratového proudu po maximální okamžitou hodnotu proudu zátěže. Nadproudové ochrany většinou bývají i směrové, používají se u sítě, která může být napájena z více stran. Tím způsobí rychlejší zjištění polohy poruchy a omezí tak odpojení nepostižené části od sítě.



Obr. 19: Ochrana SIEMENS

ŘPÚ vnitřního odpojovače

Odpojovač je elektrický přístroj, který odpojuje obvod v nezatíženém stavu. Má jasné viditelnou dráhu odpojení od napájecího napětí. V našem případě se jednalo o odpojovač pomocné přípojnice (přípojnicový). Pomocná přípojnice slouží k manipulaci v rozvodně i k převedení výkonu v případě poruchy, tak zabráníme možnému výpadku sítě daného vývodu. Přípojnice jsou tvořeny u vn holými pásovými vodiči obdélníkového tvaru označené oranžovou barvou u fázových vodičů. V kobkových rozvodnách bývají přípojnice umístěny na podpěrných izolátorech v horní části kobky. Materiál pásovin je z mědi nebo hliníku.

Před zahájením prací je nutné zajistit pracoviště, vypíšeme tedy příkaz B se všemi úkony pro zajištění např. vypnutí výkonového vypínače, kontrolu beznapětového stavu, zkratování pomocí ZS ze všech možných stran atd.

Rozvodny bývají pravidelně co 2 roky kontrolovány pracovníky s termokamerou, kteří dovedou zjistit nebezpečné zahřátí proudových spojů. Nejčastější poruchy pak bývají často vlivem špatného dotažení šroubů či špinavé stykové plochy kontaktů. V takovém případě vzniká velký přechodový odpor. Tedy i větší úbytek napětí, který by neměl přesáhnout hodnotu větší než 20mV. K tomu používáme přístroj MOM 600. MOM 600 oproti MOM 690 nemá automatický přepočet úbytku napětí, měříme tedy pouze přechodový odpor v $\mu\Omega$ a úbytek napětí musíme následně dopočítat.

Měření probíhalo na rozvodně Poruba B v kobce č. AVA07. Kobka je samostatný prostor, který může být vybaven odpojovači, odpínači, svodiči přepětí, výkonovým vypínačem a dalšími prvky. Kobky jsou mezi sebou odděleny nehořlavou cca 15 cm širokou mezistěnou. Dále jsou ohraničené proti přeskoku elektrického oblouku na obsluhu ochranným pletivem. Hlavní výhoda kobkové rozvodny je přehlednost a jasné vymezený prostor, který obsluha využívá např. při plánované údržbě.

V našem případě byla při prohlídce termokamerou zjištěna zvýšená teplota na fázi L3. Zá vadu je tedy nutné přeměřit. Abychom změřili přechodový odpor, musíme mechanicky pomocí manipulační tyče nejprve změnit polohu odpojovače ze stavu „vypnuto“ na „zapnuto“ na pohonu odpojovače. Provedeme orientační měření přechodového odporu na postižené fázi. Proudové svorky MOM 600 jsou zapojeny na vrchním a spodním upevnění odpojovače (šroubový spoj), napětíové svorky na pohybující se části. V prvním měření zjistíme, že odpor je téměř 223 $\mu\Omega$, tedy úbytek napětí dosahuje hodnoty po přepočtu 44,6 mV, přesahuje tímto mezní hodnotu 20 mV. Pomocí technického benzínu očistíme stykové plochy kontaktů, odstraníme prach i jiné nečistoty z odpojovače a opakujeme měření. Při druhém měření přechodový odpor vychází podstatně lépe 46 $\mu\Omega$, tedy úbytek napětí splňuje doporučenou hodnotu. Důležitá je i kontrola funkčnosti místní a dálkové signalizace, uzemnění a samotného pohonu. Pokud je vše v pořádku, sundáme ZS a provedeme funkční zkoušku. Funkční zkouška je provedena místně (z ovládací skříně) a dálkově pomocí mikro dispečinku přes počítač velínu rozvodny.



Obr. 20: Vnitřní přípojnicový odpojovač

Měření zkratovacích souprav

Měření zkratovacích souprav (dále jen ZS) je důležité pro zvýšení bezpečnosti pracovníků. Používáme k tomu přístroj MOM 690. Tento přístroj je schopný měřit přechodový odpor, který okamžitě zobrazí na displeji hodnotu v $m\Omega$, a také regulovat generovaný proud až do 800 A.

Při měření ZS nejprve zjistíme označení ZS, následně změříme délku a průřez vodiče. Nezbytným parametrem je i zjištění aktuální okolní teploty, jelikož odpor vodiče při zvyšující se teplotě roste. Abychom dosáhli zvýšení přesnosti měření, snažíme se tedy minimalizovat změnu teploty a důkladné připojení kabelů z přístroje na konce ZS.

U MOM 690 se připojují dva silnější kabely na oba konce ZS. Jedná se o výstup z proudových svorek, tenčí kabely jdou ze svorek napětových. Zapneme měřicí přístroj a zvýšíme stejnosměrný proud na hodnotu 100 A. Při této hodnotě odečítáme přechodový odpor, který se v našem případě pohyboval od 1,08 $m\Omega$ až po hodnotu 5,96 $m\Omega$. Pokud nám stále hodnoty vychází podezřele vysoko, snažíme se svorky lépe umístit a snížíme tím nepřesnost měření. Zapišeme 5 hodnot + parametry, které jsem zmiňoval výše. Nejvyšší a nejnižší hodnotu škrtneme a zapisujeme do tabulky excelu. Excel je následně zprůměruje a vypočítá hodnotu odporu R20 při teplotě 20°C.

Dle staré normy ZS, které dosahovaly hodnot pod $1\ \Omega$ vyhověly podle novější normy PNE 35 700 a PNE 35 9705 jsou ZS vyřazovány, když přesáhnou tabulkovou hodnotu, kterou má pracovník v excelu k dispozici. Tato hodnota činila např. u 6 m lana s průřezem $50\ \text{mm}^2$ $2,43\ \text{m}\Omega$. Proto byly některé ZS neprodleně vyřazeny.

Kontrola množství vybavení (dle MPP)

Tuto práci jsme prováděli na třech Vítkovických rozvodnách R8/II, R8/III a R8/IV. Při kontrole množství zjišťujeme aktuální stav, typ, evidenční číslo a počet OOPP. Pomůcky se nacházejí na vyhrazeném dobře viditelném místě. Obsahují výstražné tabulky, zkoušečky vn a vv, vyprošťovací hák, nosítka, ZS, manipulační tyče, fázovací soupravy a další.

Kontrola probíhá jednou za 12 měsíců zkoušky OOPP pak $1\times$ za 24, 36 nebo 60 měsíců (podle PNE 35 700). Pokud pomůcky chybí nebo vykazují špatný stav, řeší se náležitá náhrada.

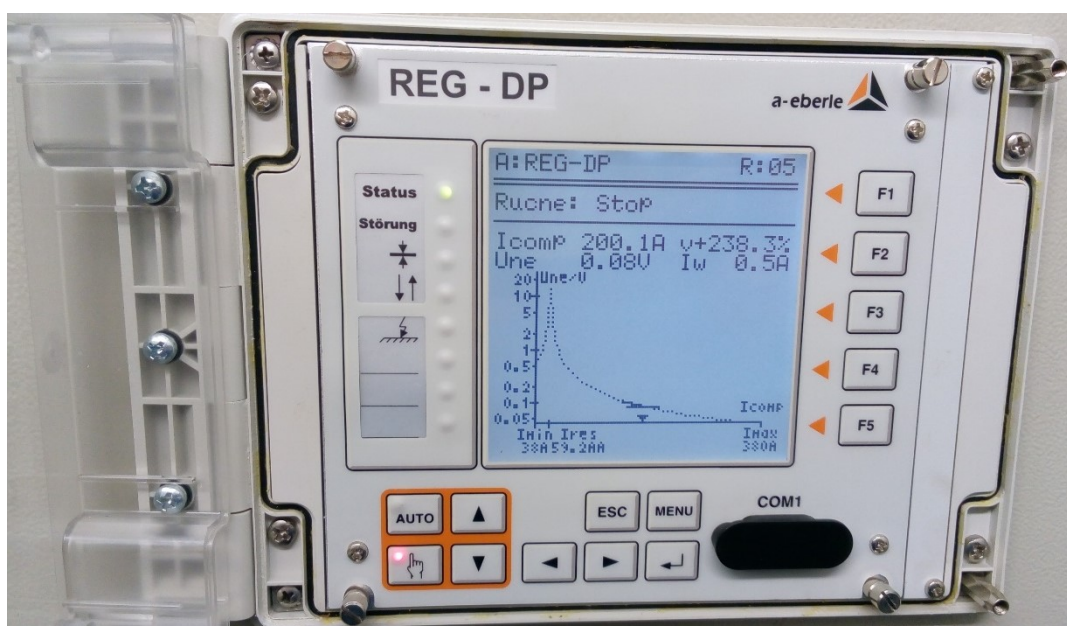


Obr. 21: Manipulační a ochranné pomůcky rozvodny – Kunčice

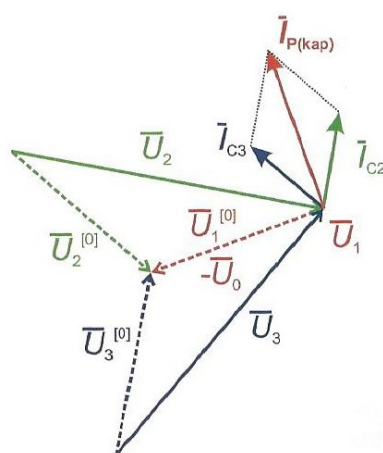
Měření kapacitních proudů

Kapacitní proudy měříme kvůli možnému vzniku zemního spojení. Zemní spojení je poruchový stav v izolované síti, který vzniká spojením jedné z fází se zemí. Nejčastějším místem vzniku zemního spojení je venkovní vedení, a to přetržením jednoho z fázových lan. Poruchový proud je při zemním spojení větší než jmenovitý, ale nezpůsobuje vypnutí výkonového vypínače. K omezení tohoto proudu používáme u venkovního vedení tlumivky. Ty jsou schopné kompenzovat poruchový proud na minimální hodnotu, a to z důvodu průchodu proudu tlumivkou s opačnou fází.

Měření spočívá v kontrole a odečtu charakteristiky při najetí tlumivky do horního bodu, kde odečítáme U_0 . Toto maximální napětí používáme při dimenzování směrových ochran nebo výměně tlumivky s lepšími parametry. V první řadě s tlumivkou sjedeme úplně do levé části charakteristiky a postupně odečítáme hodnotu proudů a napětí při regulaci jádra tlumivky. Nejvyšší obezřetnost musíme dávat kolem již zmiňovaného maximálního bodu U_0 . Regulace při měření je v ručním režimu. Po dokončení měření přepneme na automatické ladění a zkontrolujeme, zda tlumivka najela do správné polohy.



Obr. 22: Měření kapacitních proudů připojené sítě



Obr. 23: Fázorový diagram kovového zemního spojení [12]

4 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe:

V rámci vykonání průběhu celé odborné praxe, jsem využil mnoho znalostí získaných na VŠB – TUO, v níže zmíněných předmětech. Hlavní znalosti jsem použil v oblasti elektrických přístrojů. Zde jsem se setkal s měřením přechodových odporů na odpojovačích nn i vn v rámci ŘPÚ i celkové diagnostice vypínače. Neméně důležitým předmětem byla diagnostika, při které jsem měl možnost porovnávat vědomosti jak v oblasti termovize, tak diagnostiky kabelu. Předmět technické kreslení mi pomohl především v rychlé orientaci v technické dokumentaci. Znalosti z předmětů přenos a rozvod elektrické energie a techniky vysokého napětí při měření kapacitních proudů zhášecích tlumivek nebo při manipulaci s ochranami. V případě druhém při zkratování a pohybu na rozvodnách vn, taktéž ve zkušebně OOPP.

5 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe:

Během celého dění této praxe, jsem měl možnost se setkat s nejrůznějšími pracovními postupy. V těchto případech mi samozřejmě chyběly znalosti i zkušenosti. Informace problematiky mi sdělovali samotní zaměstnanci nebo jsem si je sám dohledával. Myslím si, že bych ocenil větší znalosti v oblasti problematiky elektrických stanic a rozvodů.

6 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení:

Odbornou praxi ve společnosti ČEZ Distribuce, a.s., jakožto student 3.ročníku, hodnotím jako velmi pozitivní a přínosnou. V práci jsou popsány rozborů činností, které jsem měl možnost vidět po celou dobu praxe. Dále jsou rozšířeny o obrázky pro lepší představu o tom, jak činnosti probíhaly. Tuto praxi bych doporučil každému studentovi, který by se chtěl v budoucnosti stát součástí této prosperující firmy nebo si jen chtěl rozšířit své dosavadní vědomosti a pochopit tak více problematiku provozování DS.

Z mého osobního hlediska to byl nesporně přínosný krok do budoucnosti. Díky, kterého jsem se mohl zúčastnit spousty měření a probírat hned na místě vzniklé nejasnosti se zaměstnanci. Na druhou stranu pohyb kolem funkčních zařízení vzbuzoval respekt. Chtěl bych ocenit velmi vstřícný a ochotný přístup všech zaměstnanců, kteří mi ochotně předávali řadu informací i svých osobních zkušeností. Nejvíce mě zaujalo diagnostické měření nebo vybavenost rozvoden.

Literatura:

- [1] *Profil společnosti* [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <http://www.cezdistribuce.cz/cs/informace-o-spolecnosti/zakladni-informace.html>
- [2] Logo ČEZ [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/pro-media/ke-stazeni/loga.html>
- [3] Ochranná pásma – podmínky [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/formulare/cezdistribuce_podminkynadzemnivedeni_201102_web.pdf
- [4] TLUSTÝ, Josef. *Monitorování, řízení a chránění elektrizačních soustav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04940-2.
- [5] *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci* [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: https://www.cez.cz/edee/content/file/o-spolecnosti/dcerine-spolecnosti/cds/pro_dodavatele/cds_pp_0001r05.pdf
- [6] MEg40+ [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <http://www.e-mega.cz/doc/cz/MEg40+.pdf>
- [7] *Energetická legislativa* [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/edee/content/file-other/distribuce/energeticka-legislativa/ppds/2016/ppds_2016.pdf
- [8] Vakuové vypínače vn ABB [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: <http://www.sg-brno.cz/images/VD4.pdf>
- [9] *Návod pro montáž* [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: https://library.e.abb.com/public/9de54f8fd70f7a8d48257dc400391eaf/VD4_man_50kA_Rev_Y_CS_647654_011.pdf
- [10] *Odpojovač* [online]. [cit. 2018-04-14]. Dostupné z: http://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/esp/odpojovac_odpinac.pdf
- [11] *Energetický zákon* [online]. [cit. 2018-04-23]. Dostupné z: https://www.eru.cz/documents/10540/475627/458_2000_Sb.pdf/ed24b8ad-bfe2-499d-a0bf-9ffcc0e8978d
- [12] TOMAN, Petr. *Provoz distribučních soustav*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04935-8.
- [13] TKOTZ, Klaus. *Příručka pro elektrotechnika*. Praha: Europa-Sobotáles, 2002. ISBN 80-867-0600-1.

Seznam příloh:

- Příloha I – Příkaz B
- Příloha II – Příloha k příkazu B

*Poznámka: Jména a podpisy jsou vymazány



PŘÍKAZ B

číslo: 003

kniha číslo:

10571

1 Zajišťování pracoviště bude řídit (jméno): _____ podpis: _____ dne: 8.2.2018 hodin: 7:52
2 pracoviště bude zajištěno pro práci bez napětí (*) - v blízkosti (*) - na zařízení vypnutém (nezajištěném *) RPI Bažina údrže
3 na odpojevací QT MTP MTN u VN D 260
4 na zařízení: R-22KV Černá Louka AVA 31 VN D 260

POZOR, ZAJIŠŤOVÁNÍ A ODJIŠŤOVÁNÍ PRACOVIŠTĚ JE PRÁCE POD NAPĚTÍM!

ČÁST ZAŘÍZENÍ - MÍSTO		ÚKON	ZAJIŠTĚNÍ PROVEDL - HLÁSIL
1	R-22KV VN D 260 - QT, Q1, Q5, Q6	KVS + KOS	
2	R-22KV - VN D 260 - Ovládací skříň	Vypnuto ovládací na jističích + MTN	
3	R-22KV - VN D 260 - SPP1 QT, Q1, Q5	KVS + KOS	
4	R-22KV - SPP1 Ovládací skříň	Vypnuto ovládací na jističích + MTN	
5	R-22KV - VN D 260 na vstupu	OBS a Ua z zk. s. c. 32	
6	R-22KV - VN D 260 Přípojnice KVS u vstupu	OBS a Ua z zk. s. c. 34	
7	R-22KV - VN D 260 u MTP	OBS a Ua z zk. s. c. 31	
8	R-22KV - VN D 260	Vložení partinátové desky pro oddělení	
9		od nájezdu přípojnice WM	
10	R-22KV - VN D 260	Vyčištění pracoviště BT a směrnicí	
11	R-22KV - VN D 260	Ohrazení pracoviště výstražnou pískou	
12			

21 Nedílnou součástí Příkazu B jsou přílohy číslo:

schéma č. 1

22 Zajištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu zajišťování

JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS
24		3		5	
25	2	4		6	

26 Pracoviště je předáno protokolem č.:

27 Zajištěné pracoviště zkontroloval, byl přesvědčen dotykem holé ruky *) o beznapěťovém stavu zařízení. Nejbližší části zařízení pod napětím jsou: Horní nájezd od přípojnice WM u koberu VN D 260. Přípojnice WM a vady při
28 koberu AVA 29 VN 922 a AVA 33 VN 922 a celá rozvodna 22KV

30 Zajištěné pracoviště převzal dne: 8.2.2018 hodin: 8:20 vedoucí práce: _____ podpis: _____

31 Stvrzujeme, že jsme byli před zahájením práce seznámeni a poučeni o stavu zajištění pracoviště a nejbližších částech pod napětím

JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS
33		3		5	
34	2	4		6	

35 Práce skončeny, pracovníci odvoláni, ukončení prací ohlášeno. Zařízení je schopné bezpečného provozu. *) Pracoviště a Příkaz B

36 předal (podpis): _____ dne: _____ hodin: _____ převzal (jméno): _____

37 Odjišťování pracoviště bude řídit (jméno): _____ podpis: _____ dne: _____ hodin: _____

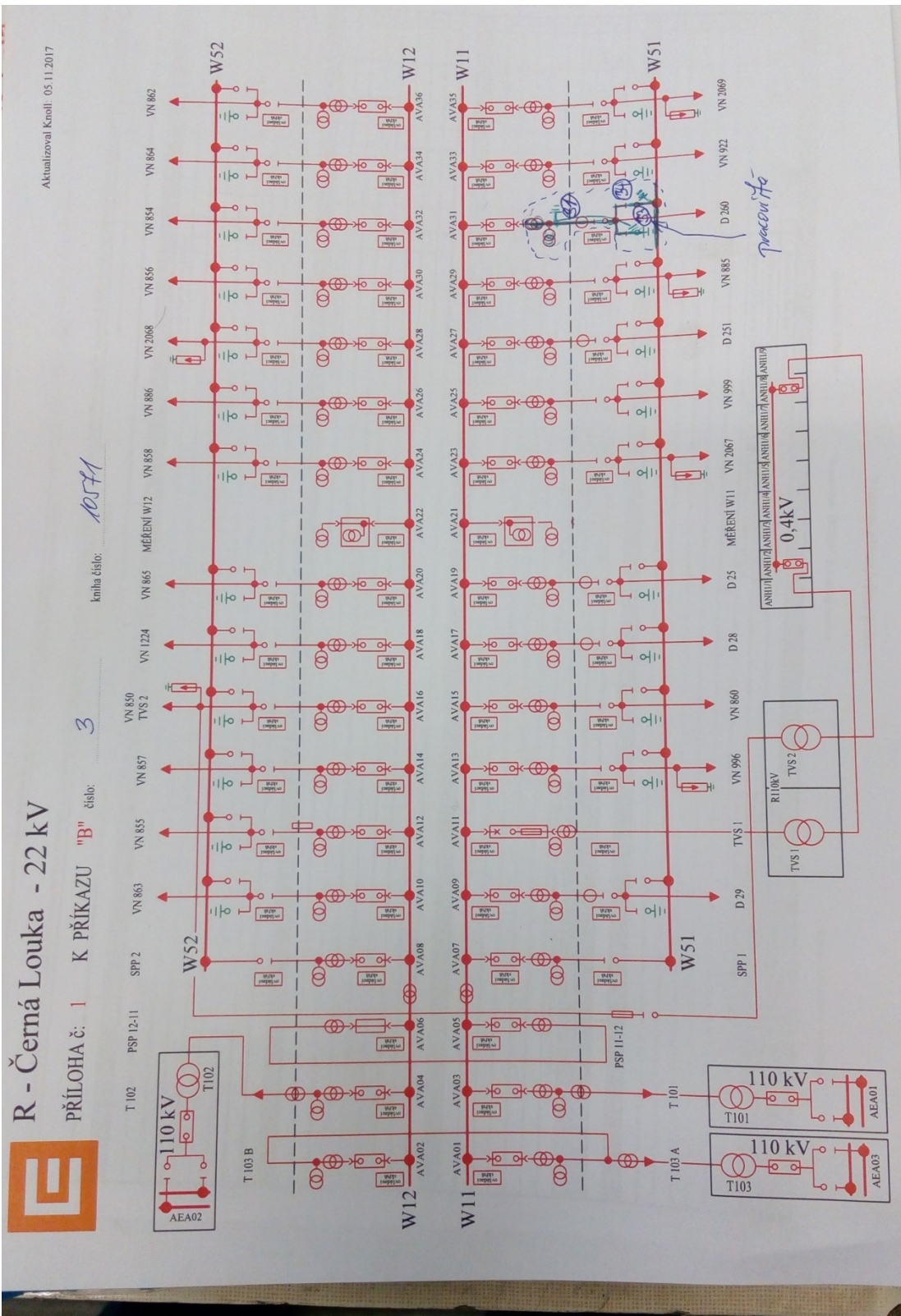
38 Odjištění pracoviště provedou a podpisy stvrzují, že jsou seznámeni o způsobu a rozsahu odjišťování

JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS	JMÉNO	PODPIS
40	1	3		5	
41	2	4		6	

42 Uzavření Příkazu B a ukončení pracovní činnosti nahlásil dispečerovi:

43 jméno: _____ podpis: _____ dne: _____ hodin: _____

SKUPINA ČEZ



Príloha 2